Tijdschrift van het
Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap
DEEL 31 Nr. 6 1966

Enige trends in de ontwikkeling van elektronische meetinstrumenten

door A. L. Biermasz *)

Voordracht gehouden voor het Nederlands Elektronica- en Radiogenootschap op 20 september 1965 te Utrecht.

Summary

Due to the fast development of semi-conductor techniques the increasing demand for better instruments in laboratories and industry can be fulfilled. For the user of instruments the right compromise between price and quality (i.e. technical specification, reliability and ease of operation) is of utmost importance. Building instruments in a modular conception or in an unit system enables price reduction. Some examples are given.

Een vergelijking van de elektronische meetinstrumenten, die voor 1940 verkrijgbaar waren met die van de volgende decennia maakt het duidelijk, dat er van een steeds snellere evolutie gesproken moet worden. Met name heeft de ontwikkeling van halfgeleidertechnieken een grote vraag doen ontstaan naar betere instrumenten, die meer konden presteren; een vraag die ook weer door de toepassing van deze nieuwe technieken bevredigend beantwoord kon worden. Tengevolge van de thans mogelijke (sub)miniaturisatie kunnen in een bepaald volume steeds ingewikkelder funkties door de instrumenten worden vervuld, waardoor verdere automatisering van metingen in laboratoria en industrie plaats kan vinden. Ook bij de regeling van industriële processen wordt de taak van de mens steeds meer door de elektronica overgenomen. Vooral door toepassing van digi-

*) N.V. Philips' Gloeilampenfabrieken, Eindhoven.

tale technieken zal men hier tenslotte tot volledig door de computer beheerste processen kunnen komen.

Beschouwen we nu de elektronische meetinstrumenten, dan is er ondanks de snelle evolutie één duidelijke wet, die voortdurend zal blijven gelden: „De gebruiker, die het instrument als een stuk gereedschap hanteert, zal trachten een zo goed mogelijk — aan zijn behoefte aangepast — produkt voor een acceptabele prijs te verkrijgen".

Bij zo'n instrument is er voortdurend sprake van het juiste compromis tussen

Prijs en Kwaliteit.

Het begrip kwaliteit moeten we hier ruim opvatten en zal dan naast

a) de technische eigenschappen ook de
b) betrouwbaarheid en het
c) bedienings- en afleeskomfort omvatten.

Het spreekt vanzelf, dat voor de verschillende kategorieën gebruikers het compromis anders ligt. Voor de instrumentbouwer betekent dit, dat voor elk soort instrumenten (b.v. voltmeters of oscillografen) een behoefte bestaat aan een reeks apparaten vanaf de lagere prijsklasse met beperkte eigenschappen naar de zeer dure topklasse instrumenten, waarvan de maximale technische specificaties bv. voor de fundamentele research onvoorwaardelijk nodig zijn.

Achtereenvolgens zullen we de hierboven genoemde punten a), b) en c) nader bespreken.

Technische eigenschappen

Bij topklasse instrumenten streeft men ernaar met de specificaties de fysische grenzen van het mogelijke te benaderen. Zo zal bv. de gevoeligheid van meetversterkers opgevoerd kunnen worden tot de ruisgrens; de frequentieband tot de grens van de halfgeleider-mogelijkheden etc. Bij het waarnemen van periodieke verschijnselen kan men, door toepassing van ruisintegratie en sampling-technieken, gevoeligheid en bandbreedte nog verder opvoeren.

Ook de meettechniek zelf zal wijzigingen ondergaan. Routinemetingen worden steeds meer door de instrumenten zelf uitge-

voerd, de waarnemingen digitaal in een geheugen vastgelegd, waardoor latere verwerking mogelijk wordt. Zo bestaat er bijvoorbeeld een sterk stijgende vraag naar automatische analyse-apparatuur.

De meetnauwkeurigheid zal steeds belangrijker worden. Hierbij wordt de aandacht sterk gericht op de meetkop of probe, via welke het signaal aan het eigenlijke meetinstrument wordt toegevoerd. Deze probes vormen een belasting voor het te meten circuit en verzwakken en vervormen vaak het te meten signaal. Ook door onjuiste aarding kunnen aanzienlijke meetfouten ontstaan. Wij kunnen daarom zeker nog belangrijke ontwikkelingen op het gebied van de probes verwachten.

Betrouwbaarheid

Hoewel een goed bruikbare definitie van dit begrip niet zo gemakkelijk te geven is, zal iedere gebruiker van meetinstrumenten de betrouwbaarheid als een punt van het allergrootste belang beschouwen. Er zijn duidelijk enige faktoren te noemen, die de betrouwbaarheid van een elektronisch instrument bepalen. Allereerst de conceptie van het instrument. Uit de vele mogelijkheden voor de realisatie dient de ontwerper van het apparaat de juiste keuze te doen.

Daarbij moet hij naast betrouwbaarheid en prijsoverwegingen voortdurend de fabriceerbaarheid van het produkt in het oog houden. Gelukkig behoeft de betrouwbaarheid niet altijd kostprijsverhogend te werken. Zo zal een ruim gedimensioneerde schakeling, die de betrouwbaarheid ten goede komt, afregeltijden kunnen verkorten. De kwaliteit van de toe te passen onderdelen zelf en een zorgvuldige fabrikage vormen een essentiële faktor voor de betrouwbaarheid. Ook voor deze punten geldt, dat zij niet noodzakelijkerwijs met de prijs gekoppeld zijn. Slaagt de ontwerper in het doen van de juiste keuze, dan zal een betrouwbaar instrument het gevolg zijn.

Een eerste stap voor het vastleggen van de betrouwbaarheidsmaatstaf wordt in IEC-verband gedaan. In de betreffende commissies worden eenduidige definities van de specificatie-punten vastgelegd. Ook komt er uniformiteit in de klimatologische en mechanische beproevingen voor de verschillende klassen meetinstrumenten.

Het voornaamste voor de gebruiker is echter een opgave, hoe lang een instrument binnen de opgegeven toleranties blijft

funktioneren. Bij de meeste elektronische meetinstrumenten wordt van deze zogenaamde Mean Time between Failures (MTBF) geen opgave gedaan. Een onderzoek op de Amerikaanse markt toonde aan, dat bij een zeer groot percentage van de elektronische meetinstrumenten reeds na enige maanden gebruik afwijkingen buiten de specificaties geconstateerd werden (MTBF kleiner dan 1000 uur).

De gebruiker diene hierbij te bedenken, dat elektronische meetinstrumenten, die voor een lange MTBF op alle specificatie-punten gegarandeerd worden, zeer kostbaar zijn en hij zal moeten nagaan, of deze extra investering opweegt tegen de nadelen van enig onderhoud. De fabrikant van meetinstrumenten daarentegen zal proberen zijn produkten zò te ontwerpen en te fabriceren, dat deze MTBF zo lang mogelijk is. Op dit punt van betrouwbaarheid zal in de toekomst, vooral voor de instrumenten die deel uitmaken van een systeem, steeds meer de nadruk komen te liggen. Daarom zal het succes van de thinfilm techniek, van de halfgeleider-technieken, de geïntegreerde circuits, e.d. afhangen van de betrouwbaarheidscijfers, die ermede te bereiken zijn.

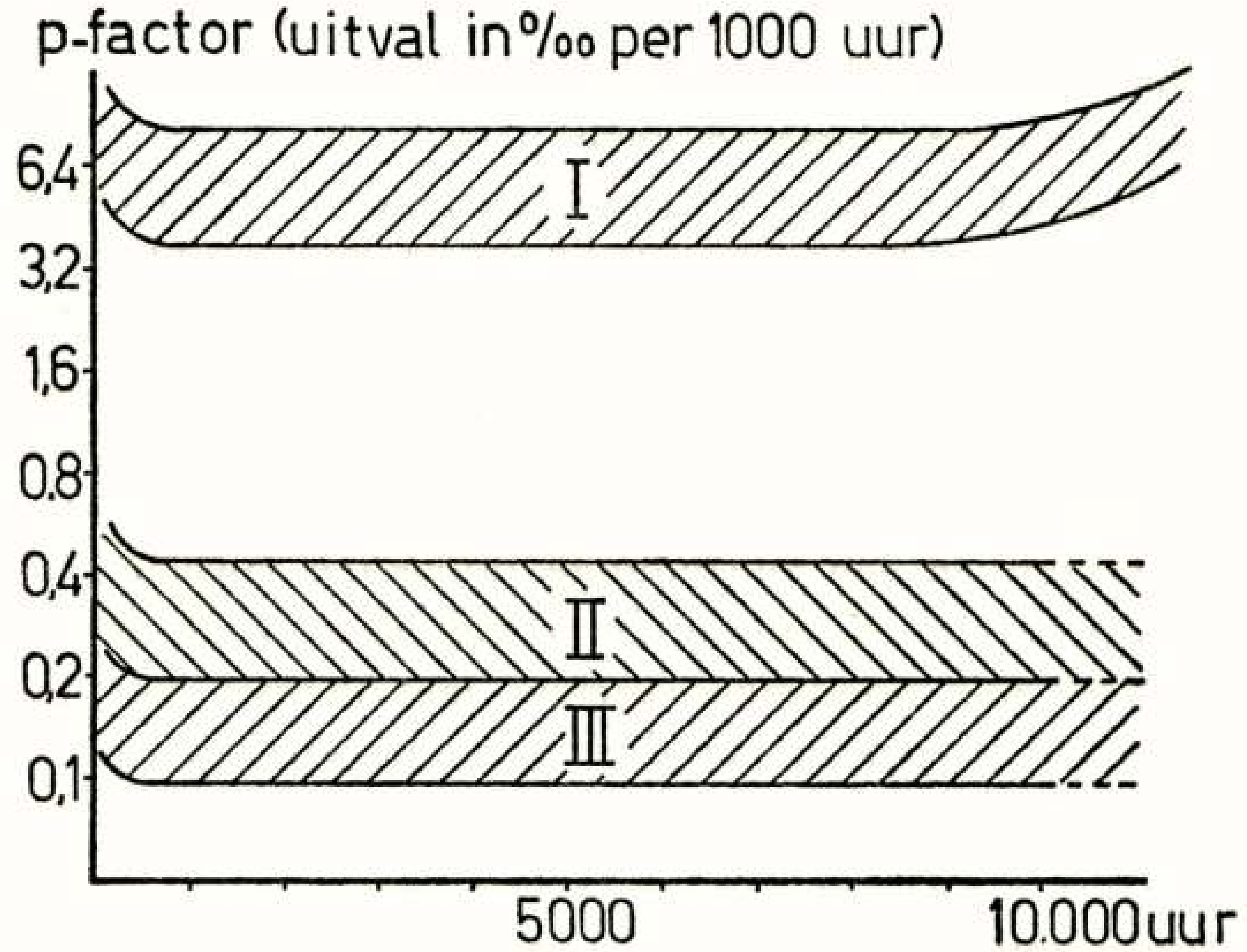


Fig. 1

Gebied I: Professionele elektronenbuizen

Gebied II: Transistoren, weerstanden, condensatoren, schakelaars, circuitblokjes

Gebied III: Dioden, geïntegreerde halfgeleidercircuits, metaalfilmweerstanden

In fig. 1 is getracht een indruk te geven van het huidige kwaliteitspeil der onderdelen. De vermelde *p*-faktoren geven hier slechts een ruwe indicatie. De waarden gelden voor de maximale belasting en condities van de onderdelen; bij „derating" wordt hun levensduur aanmerkelijk gunstiger. Van de nieuwe onderdelen zijn nog geen levensduurgegevens bekend. De verwachtingen zijn echter zeer gunstig en komen ver boven de 10.000 uur te liggen. Soms zal de instrumentbouwer de onderdelen op een wijze moeten toepassen, die door de fabrikant van de onderdelen nog niet op levensduur is getest, waardoor de interpretatie van fig. 1 moeilijker wordt.



Fig. 2

Moderne oscillograaf

Een meetinstrument, dat bv. 20 buizen (p-faktor 6) en 200 onderdelen (p-faktor 0,2) bevat, zou een levensduur van tenminste 6000 uur bezitten. De in de praktijk gebleken MTBF, kleiner dan 1000 uur, ligt hier sterk onder. De verschillen

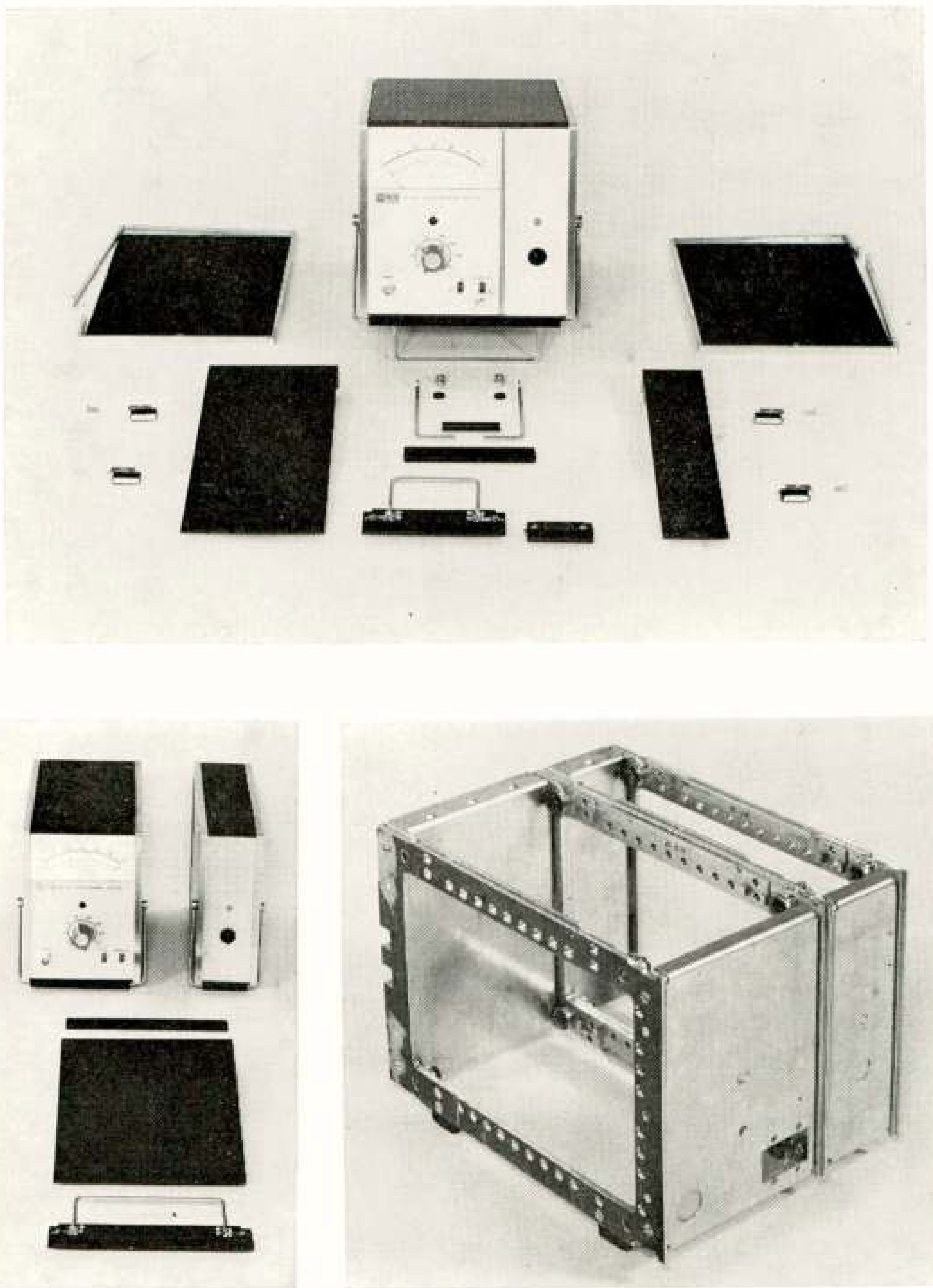


Fig. 3

Unit-bouwwijze

kunnen voornamelijk verklaard worden door fouten, bij de fabrikage gemaakt. Er ligt hier een duidelijke taak voor de instrumentbouwer om van de principieel goede mogelijkheden, die de nieuwe technieken bieden, zò gebruik te maken, dat de betrouwbaarheid van de elektronische meetinstrumenten sterk toeneemt en gegarandeerd kan worden.

Bedienings- en afleeskomfort

De miniaturisatie-mogelijkheid heeft een praktische grens, doordat aan de voorzijde van het instrument noodzakelijke instelknoppen en schakelaars aanwezig zijn. Ook de aflezing moet er plaatsvinden. Wat betreft de juiste positie en uitvoering van deze bedienings- en afleesorganen kan het perceptie-onderzoek en de ergonomie goede raad geven. In fig. 2 wordt als voorbeeld van moderne vormgeving een oscillograaf getoond, die volgens adviezen van deze moderne wetenschap gebouwd werd. De ingangen bevinden zich aan één zijde, de tekstplaat is zeer eenvoudig gehouden en bevat geen overbodige schaalverdelingen en aanduidingen. De kleuren maken een rustige indruk.

Prijs

De loonfaktor in de prijs der meetinstrumenten heeft door de toegenomen lonen en salarissen de neiging te stijgen. Doordat de

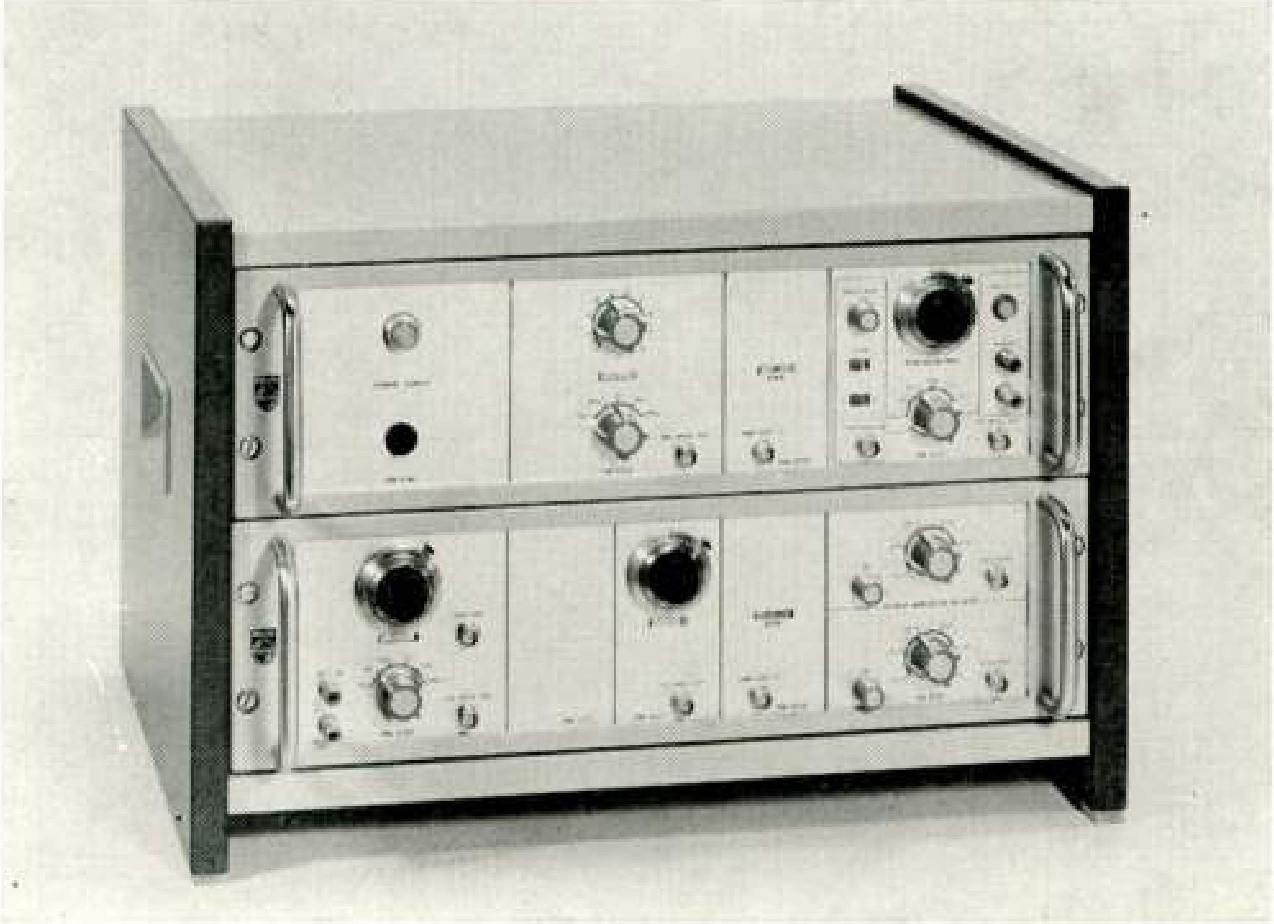


Fig. 4
Modulaire bouwwijze

fabrikage-techniek van de halfgeleiders sterk verbetert en de opbrengst groter wordt, heeft de prijs ervan een enigszins dalende tendens. De geïntegreerde circuits — thans nog zeer duur — zullen zeer sterk in prijs dalen.

Bij de conceptie van nieuwe elektronische instrumenten moet met beide trends rekening worden gehouden. Ook de bouwwijze van de apparaturen en de standaardisatie ervan kan kostenbesparend werken.

In fig. 3 is een voorbeeld gegeven van unit-bouwwijze. Het betreft hier een pulsgeneratorsysteem, waarbij de gebruiker door het kiezen van de juiste units een pulsprogramma volgens zijn eigen wensen kan samenstellen. Het alternatief zou zijn het fabriceren van verschillende standaarduitvoeringen met geringe totaalseries en dus (te) hoge prijzen voor de gebruiker.

In fig. 4 is een voorbeeld gegeven van een modulaire conceptie, waarbij de afzonderlijke modules komplete funkties uitvoeren. Door eenvoudige mechanische en elektrische koppeling kan de gebruiker komen tot een komplete instrumentatie, die tot bv. 19" paneelbreedte uit te breiden is.

Het zal steeds een interessante taak blijven, in samenspel tussen de gebruiker en de fabrikant van elektronische meetinstrumenten, het optimale compromis te bereiken tussen de punten, die hierboven werden behandeld.

Manuscript ontvangen 14 april 1966.

CONGRESSEN E.D.

Zomercursus over transistorschakelingen

Het Laboratorium voor Elektronica van het Instituut voor Elektrotechniek van de Katholieke Universiteit te Leuven organiseert in september 1966 een zomercursus over transistorschakelingen, onder directie van Prof. P. Jespers. De cursus wordt gegeven in het Nederlands van 12 tot 23 september en in het Frans van 5 tot 16 september.

De cursus richt zich vooral tot dezen die reeds een zekere ervaring hebben opgedaan met transistorschakelingen, doch die een aanvullende, streng verantwoorde theoretische vorming wensen. Het grootste gedeelte van de cursus behandelt de moderne methodes die toelaten de karakteristieken van deze kringen te berekenen; in dit verband wordt een belangrijke plaats voorbehouden aan de interne fysica van de transistoren.

Meerdere seminaries worden georganiseerd; bovendien zullen de deelnemers in de mogelijkheid gesteld worden een zeker aantal praktische proeven op het laboratorium uit te voeren (zowel over schakelingen als interne fysica), met de medewerking van het wetenschappelijk personeel van het laboratorium voor elektronica. Gedrukte nota's over de cursus en het laboratorium zullen hun worden overhandigd.

Het aantal deelnemers is beperkt tot maximum dertig personen. De inschrijvingen dienen genomen te worden vóór 15 juli 1966. Het inschrijvingsrecht bedraagt 10.000 Fr, hierin zijn de middagmalen begrepen; dit bedrag dient overgemaakt vóór 1 augustus 1966. De organisatoren behouden zich nochtans het recht voor de cursus op te heffen bij onvoldoende belangstelling; zij zullen in dat geval zorgdragen voor de terugbetaling van de gestorte sommen. Het secretariaat van het laboratorium houdt zich ter beschikking voor eventuele hotelreservatie.

Alle stortingen dienen te geschieden op de bankrekening nr. 3704/80865 van het Laboratorium voor Elektronica, bij de Kredietbank te Heverlee (P.C.R. 832.04).

Laboratorium voor Elektronica
Kardinaal Mercierlaan 94
HEVERLEE
Tel. 016/223.14

Overzicht van de te behandelen onderwerpen

— Herhaling van enkele begrippen uit de fysica van de vaste toestand.
  Stromen in een halfgeleider.
  Continuïteitsvergelijking.
  Vergelijking met de theorie van de lijnen.

— Junctiediodes en -transistoren.
  Vergelijkingen van Ebers en Moll.

- Driepolen, matrixnotaties en „fysische" parameters.
  Bepaalde en onbepaalde matrices.
- De transistor onderworpen aan kleine signalen (reële parameters).
  Early effect.
- Hetzelfde probleem met complexe parameters.
  Frequentieweergave, hoofdfrequent equivalent schema.
- „Drift" transistor, equivalent schema.
- De drie fundamentele schakelwijzen.
- Temperatuursinvloeden (stabiliteitsfactor).
  Ontkoppeling en laagfrequentweergave.
  Hoogfrequentweergave van transistorschakelingen.
- Associatie van driepolen.
  1e toepassing: differentieelversterkers.
  2e toepassing: operationele versterkers.
- Theorie van de tegenkoppeling toegepast op transistorschakelingen.
- Activiteit en passiviteit.
- Dynamisch gedrag bij grote signalen.
  Eccles-Jordan, Schmidt, tijdbases.

WETENSCHAPPELIJK ONDERWIJS

Technische Hogeschool Delft

Professor Geluk

Prof. Dr. Ir. J. J. Geluk heeft op 1 juni 1966 zijn inaugurele rede gehouden, waarvan hier een korte samenvatting volgt.

„Vijf tellen na nu..."

De uitdrukking „vijf tellen na nu..." is een commando in omroepstudio's en karakteristiek voor de noodzakelijke samenwerking tussen techniek en hetgeen zich in de studio afspeelt. De koppeling welke er bestaan moet tussen deze beide gebieden is in vele opzichten kritisch. Een te sterke koppeling, zowel als een heel losse binding, leidt niet tot optimale resultaten.

Prof. Geluk besprak voorbeelden op andere gebieden dan de omroep, om aan te tonen dat een te hechte koppeling remmend werkt, terwijl het praktisch ontbreken van enige binding geen onderlinge vruchtbare beïnvloeding oplevert.

Prof. Geluk stelde de omroep centraal als universele koppeling tussen alle facetten van het dagelijks gebeuren met de gemeenschap, hij sondeerde gevaren, welke deze koppeling aankleven.

Ook stipte prof. Geluk problemen aan indien men deze vorm van koppeling wenst uit te breiden en/of te vervolmaken.



Professor Stieltjes

Bij Koninklijk Besluit van 6 mei 1966 werd benoemd tot buitengewoon hoogleraar in de Afdeling der Elektrotechniek van de Technische Hogeschool te Delft, om onderwijs te geven in de halfgeleiderstechniek, Ir. F. H. Stieltjes, adjunct-directeur van het Natuurkundig Laboratorium der N.V. Philips te Eindhoven.

Frederik Hendrik Stieltjes werd geboren op 14 april 1906 te Soerabaja. Na zijn eindexamen H.B.S. b in 1923, begon hij zijn studie aan de T.H. te Delft, waar hij in 1930 als elektrotechnisch ingenieur afstudeerde.

In oktober 1930 werd hij medewerker van het Natuurkundig Laboratorium van de N.V. Philips te Eindhoven. Van 1931 tot 1940 was hij als ingenieur werkzaam bij het Hoofdbestuur van het Staatsbedrijf der P.T.T. in Den Haag. Vervolgens bekleedde ir. Stieltjes van 1940 tot 1948 de betrekking van chef van het zwakstroom- en natuurkundig laboratorium van de N.V. Nederlandsche Kabelfabriek te Delft.

In 1948 keerde hij weer terug naar de N.V. Philips te Eindhoven, waar hij eerst werkzaam was als ingenieur bij het Natuurkundig Laboratorium en waar hij later werd benoemd tot hoofdingenieur van dit laboratorium. Sinds 1958 is hij adjunct-direkteur van het Natuurkundig Laboratorium.

Ir. Stieltjes bekleedt diverse functies in besturen en commissies; o.a. is hij Voorzitter van de Afdeling T.W.O. van het Koninklijk Instituut van Ingenieurs.

In 1948 ontving hij, naar aanleiding van een publicatie, de prijs van de Stichting Wetenschappelijk Radiofonds.

Ir. Stieltjes heeft vele octrooien en publicaties op zijn naam staan.

VARIA

Fusie AEG en Telefunken

De commissarissen van AEG en Telefunken hebben besloten, dat de Telefunken AG in de AEG zal worden opgenomen per 1 januari 1967. De nieuwe firmanaam zal dan luiden: *Allgemeine Electricitäts Gesellschaft AEG-Telefunken.*

BOEKBESPREKINGEN

Handbook of Electronic Circuits, door F. Feinberg. 195 blz., vele figuren. Uitg. Chapman & Hall Ltd., London 1966. Prijs 50 s.

De inhoud van dit boek bestaat uit ruim honderd schakelingen van zeer uiteenlopende aard. Deze schakelingen vormen een selectie uit de ervaringen van ca. 25 onderzoekers, die een bijdrage hebben geleverd bij het tot stand komen van dit boek. Het boek is vooral bedoeld voor niet-elektronici, die de elektronica als hulpmiddel bij hun onderzoek willen gebruiken. Hiertoe zijn de schakelingen zeer gedetailleerd gegeven, zodat een ieder ze kan bouwen. Tevens is bij elke schakeling een summiere beschrijving gegeven van werking en functie. Gezien de inhoud van het boek is de titel wel wat ruim gekozen, vooral daar waar het de elektronische schakelingen met halfgeleiders betreft.

De veroudering van de schakelingen i.v.m. de ontwikkeling van nieuwe componenten willen de samenstellers opvangen door regelmatig supplementen aan dit boek toe te voegen.

Het boek bevat een selectie van elektronische schakelingen op het gebied van eenvoudige voedingsapparatuur, sinusvormige-, zaagtand- en pulsgeneratoren, triggerschakelingen, diverse typen versterkers, frequentie-omzetters, telschakelingen, verschillende soorten modulatoren, begrenzingsschakelingen en logische schakelingen. Ten slotte worden enkele schakelingen gegeven voor regelingen op het gebied van de elektromechanica.

J. H. v. d. B.

Network Analysis for Telecommunication and Electronics, door R. A. Lampitt. 269 blz., 135 fig. Uitg. Iliffe Books Ltd., London. 1965. Prijs 63 s.

De titel van het boek is enigszins misleidend, daar er slechts dat deel van de netwerkanalyse in wordt behandeld, waarvoor de complexe rekenwijze van toepassing is. Dit houdt in, dat slechts de stationaire toestand wordt beschouwd en dat dus overgangsverschijnselen, zoals het simpele op- of ontladen van een condensator of het wat gecompliceerder „overshoot"-fenomeen, in dit boek niet aan bod komen.

Dit laatste is mede daarom te betreuren, omdat een kort hoofd-

stuk of desnoods een appendix, gewijd aan gewone differentiaalvergelijkingen van lagere orde met sinusoïdaal rechterlid, in feite al toereikend had kunnen zijn voor de rechtvaardiging van het gebruik van de complexe rekenwijze. De auteur had dan kunnen wijzen op het optreden van dempingstermen in de algemene oplossing, die echter snel verwaarloosbaar worden ten opzichte van de overige termen, welke laatste dan kunnen worden opgevat als de stationnaire toestand te beschrijven. Het zijn dus deze „stationnaire termen", die op eenvoudiger en directer wijze verkregen kunnen worden door toepassing van de complexe rekenwijze.

Over andere spanningsvormen dan de sinusoïdale wordt door de auteur opgemerkt, dat deze steeds te ontbinden zijn in Fourier-reeksen, zodat dan ook een heel hoofdstuk aan de Fourier-analyse blijkt te zijn gewijd. Volgens de auteur kan de totale responsie van een schakeling op een ingangssignaal van bepaalde golfvorm, dan immers altijd worden verkregen uit de sommatie van de deelresponsies van de schakeling op de afzonderlijke termen van de betreffende equivalente Fourier-reeks. Dit is theoretisch wel interessant, maar in een werk, bestemd voor de telecommunicatie-ingenieur, had toch minstens een verwijzing naar de Laplace-transformatie moeten staan en ook gewezen moeten worden op het bestaan van uitgebreide tabellen, die de berekeningen vaak aanmerkelijk kunnen bekorten.

Het boek is verdeeeld in 7 hoofdstukken, te weten: *1.* Basic circuit theory; *2.* Basic networks; *3.* Transmission properties of four-terminal networks; *4.* Tuned networks; *5.* Wave filters; *6.* Transmission lines; *7.* Waveforms.

De uitvoering is uitstekend te noemen, in het bijzonder het hoofdstuk over filters. Als naslagwerk voor wat betreft de elementaire aspecten van de telecommunicatie, zal dit boek dan ook zeker nuttige diensten kunnen bewijzen. De vaak te summier gehouden opmerkingen over bv. de kruisschakelingen (lattice networks) en het totaal ontbreken van bv. het bisectie-theorema van Bartlett, moet men dan maar op de koop toe nemen.

Ten slotte nog een opmerking over een veel verbreide misvatting, die ook hier weer opduikt. Bij de bespreking van het RC-filter in overbrugde T-vorm op blz. 192, wordt gesteld, dat na toepassing van driehoek-ster-transformatie één van de sterimpedanties een negatief-reël deel zal blijken te hebben. Dit is op zichzelf wel juist; het is echter onjuist om vervolgens op dit negatief-reël deel het etiket „negatieve weerstand" te plakken. Het wekt verwachtingen aangaande een mogelijke energie-afgifte, maar daarvan kan bij een passieve schakeling als de onderhavige, natuurlijk geen sprake zijn. Het feit, dat bovengenoemd negatief-reël deel frequentie-afhankelijk is, had de auteur er voor moeten waarschuwen, dat hij hier veeleer te maken heeft met het begrip tegenfase in de overdracht, dan met het begrip negatieve weerstand. S. T.

Feedback Circuit Analysis, door S. S. Hakim. 392 blz., 316 fig. Uitg. Iliffe Books Ltd., London. 1966. Prijs 95 s.

De schrijver van dit boek, die al een aantal publicaties op zijn

naam heeft, waaronder enige over verschillende toepassingen van de terugkoppeling, is momenteel „Professor of Electrical Engineering" aan MacMaster University te Hamilton, Ontario, Canada.

Dit boek is een echt studieboek over de theorie en de toepassing van terugkoppeling in elektronische schakelingen.

Na een korte inleiding en voordat begonnen wordt aan de theorie van de terugkoppeling wordt eerst in hoofdstuk 2 (ongeveer 100 blz.) ingegaan op de theorie van de lineaire netwerken. Hierin wordt o.a. behandeld: passieve elementen, spannings- en stroombronnen, theorema's van Thévenin en Norton, Laplace-transformatie, overdrachtsfunctie, frequentieresponsie, matrix-algebra, basisschakelingen van buis en transistor. Bij de Laplace-transformatie wordt de terugtransformatie naar het tijdsdomein niet wiskundig behandeld, maar er wordt volstaan met een tabel van enkele van de meest voorkomende transformaties.

De paragraaf over matrix-algebra wordt gevolgd door een aantal paragrafen over vierpooltheorie (two-port networks). Ook de vervangingsschema's van buizen en transistoren worden in dit hoofdstuk besproken.

In hoofdstuk 3 wordt eerst de klassieke theorie van de terugkoppeling besproken. De schrijver noemt enkele beperkingen van deze theorie en behandelt vervolgens een meer algemeen geldende theorie, gebruik makend van stroomdiagrammen volgens de methode-Mason. Daarna worden een aantal voorbeelden besproken van terugkoppeling in schakelingen met buizen en transistoren.

Vervolgens zijn enkele hoofdstukken gewijd aan de stabiliteit van een teruggekoppeld systeem, waarin alle gebruikelijke methodes besproken worden, zoals het criterium van Routh-Hurwitz, de rootlocus methode, het criterium van Nyquist.

Ook wordt in een apart hoofdstuk behandeld het verband tussen de stabiliteit en de in- en uitgangsimpedanties of -admittanties. Hier en daar heeft de schrijver een korte behandeling van de benodigde wiskunde toegevoegd. Zo wordt bijvoorbeeld de behandeling van het Nyquist-criterium voorafgegaan door ongeveer tien bladzijden theorie van functies van een complexe variabele.

In een apart hoofdstuk wordt het ontwerpen van compenserende netwerken behandeld. In de laatste drie hoofdstukken worden nog enkele belangrijke toepassingen van de terugkoppeling in elektronische schakelingen behandeld, namelijk brede band-versterkers, rekenversterkers en oscillatoren.

Ieder hoofdstuk wordt besloten met een aantal vraagstukken, waarvan de antwoorden achter in het boek vermeld zijn.

Het boek is zeer geschikt voor gevorderde studenten aan technische hogescholen. Doordat de theorie met vele voorbeelden is toegelicht zal dit boek ook goed bruikbaar zijn bij de oplossing van problemen in de praktijk.

H. G.

UIT HET N.E.R.G.

Werkvergadering

Op 18 mei 1966 is de 187e werkvergadering gehouden in het Auditorium van de Technische Hogeschool te Eindhoven, met als onderwerp: *Zwakke signalen*. Van de vijf gehouden voordrachten volgt hier een samenvatting.

Ir. C. van Schooneveld (Physisch Lab. R.V.O.-T.N.O., Den Haag), Enkele algemene aspecten van het begrip „zwak signaal".

Met „zwak signaal" wordt bedoeld dat het signaal zwak is ten opzichte van een (in het algemeen stochastische) vorm van storing. De belangrijkste typen storing die kunnen optreden, werden genoemd. Vervolgens werden de algemene theorieën beschouwd die momenteel ter beschikking staan voor de storingsbestrijding. Het onderscheid berust voornamelijk op de doelstelling van het beschouwde communicatiesysteem. Een andere doelstelling brengt andere criteria en andere oplossingen mee.

Gewezen werd op het grote belang van de overdrachtseigenschappen van het transmissiekanaal voor de ontvangerconstructie en voor de kwaliteit van het complete communicatiesysteem. De grote verschillen in de constructie van ontvangers voor zwakke signalen volgen grotendeels uit de wijd uiteenlopende kanaaleigenschappen.

Prof. Ir. B. van Dijl (T.H., Eindhoven), De aan het frequentiespectrum aangepaste ontvanger.

Na een kort overzicht van de fouriertransformatie werd het filterprobleem van een digitaal signaal samen met ruis in het algemeen toegelicht. Met behulp van de voorwaarde welke voor een optimale signaal-ruisverhouding opgesteld kan worden, werd de aan het frequentiespectrum aangepaste ontvanger behandeld. Het blijkt dat de voorwaarde die hiervoor gegeven wordt, tevens leidt tot de correlatie-ontvanger.

Dr. F. L. H. M. Stumpers (Philips, Eindhoven), Communicatiesatellieten en ruimtecommunicatie.

Bij communicatie tussen twee punten op aarde met behulp van een satelliet komen verschillende vormen van frequentie- en impulsmodulatie in aanmerking.

Dit zijn systemen, waarbij de energie over een vrij brede band gespreid wordt. Men kan dan enerzijds bandbreedte tegen signaal-ruisverhouding inruilen, anderzijds bestaat minder gevaar voor storing van de in dezelfde band werkende straalverbindingen. De bij frequentiemodulatie optredende drempel wordt bestreden door frequentie-tegenkoppeling.

Bij communicatie over afstanden van meer dan 200 miljoen km, met de geringe energie in een ruimtevaartuig beschikbaar, moet men wel smalle banden gebruiken om signaal-ruisverhouding over te houden. De informatieoverdracht naar aarde van de „Mariner IV", die Marsonderzoekingen deed, werd besproken.

Ir. J. B. H. Peek (Philips, Eindhoven), Enkele beschouwingen over de bouw en de toepassingen van correlators.

Eerst werd de theoretische en praktische betekenis van de correlator als detector voor signalen besproken. Ter illustratie werd één van de zogenaamde „Venusradarexperimenten" behandeld. Hierbij geeft een analyse van het echospectrum, dat uit een meting van de autocorrelatie-functie van het ontvangen signaal verkregen is, de rotatietijd van deze planeet.

Verder werd de algemene opbouw van een correlator beschouwd. In het algemeen blijkt een realisering m.b.v. analoge technieken moeilijk. Digitaal kunnen deze moeilijkheden echter dikwijls ondervangen worden. Een van de problemen hierbij is het vinden van een geschikte analoog-digitaal omzetting. Een speciaal hiervoor ontwikkelde omzetting werd behandeld en op uitgangssignaalruis verhoudingsbasis vergeleken met andere bestaande correlatortypen.

Prof. Ir. C. A. Muller (Radiosterrenwacht, Dwingeloo), Ontvangertechnieken in de radiosterrenkunde.

Het spectrum van de in de radiosterrenkunde ontvangen signalen bestaat in het algemeen uit een met de frequentie afnemend continu spectrum met erop gesuperponeerd een aantal spectraallijnen. Behoudens enkele uitzonderingen zijn deze signalen zwak ten opzichte van de eigen ruis van het ontvangsysteem en de storende „grond"-straling.

De meest gebruikte technieken zijn in te delen in twee groepen:

1. Schakeltechnieken, waarbij de ontvanger voortdurend wordt geschakeld tussen het ontvangen signaal en een referentiesignaal (ruisbron, gekoelde weerstand, enz.);
2. Correlatietechnieken, waarbij gewoonlijk de kruiscorrelatie wordt gemeten van signalen afkomstig van twee verschillende ontvangantennes.

Een aantal voorbeelden van de verschillende gebruikte technieken en de bereikte resultaten werden besproken.

Ledenmutaties

Nieuwe leden

Ir. A. A. J. M. van Heck, Graafseweg 160, 's-Hertogenbosch.
Ir. H. Kraaijenbrink, Karekietstraat 36, Gouda.
Ir. A. Da Silva Curiel, Burg. Keijzerlaan 37, Leidschendam.
Ir. K. van der Valk, Van Goyenstraat 7, Son.
Ir. B. P. Th. Veltman, Händellaan 3, Voorschoten.
Ir. E. Vingerling, Willem Bilderdijklaan 14, Bussum.

Voorgestelde leden

Ir. G. P. H. Olthuis, Futlaan 37A, Eindhoven.
Ir. J. N. Vles, Burg. C. van Necklaan 205, Leidschendam.

Nieuwe adressen van leden

Ir. J. I. Dorgelo, Van Bergenlaan 10, Wassenaar.
Ir. Y. B. F. J. Groeneveld, Luikerweg 9, Valkenswaard.
G. S. Kok, Ing., Saksenhorst 3, Sassenheim.
Ir. H. M. J. Mevissen, Prof. Evertslaan 106a, Delft.
Ir. J. J. Verhoeven, Floralaan West 276, Eindhoven.

Overleden

L. F. Steehouwer, Heemraadssingel 210, Rotterdam.

Dit nummer werd gedrukt 22 juni 1966.